第 37 卷第 20 期　　生　态　学　报　　Vol.37,No.20
2017 年 10 月　　ACTA ECOLOGICA SINICA　　Oct.,2017

DOI: 10.5846/stxb201607011351
郝林华,陈尚,夏涛,李京梅,陈碧鹃,崔正国,马方奎.用海建设项目海洋生态损失补偿评估方法及应用.生态学报,2017,37(20):6884-6894.
Hao L H, Chen S, Xia T, Li J M, Chen B J, Cui Z G, Ma F K.Assessment method and application of compensation for marine ecological loss caused by marine construction projects.Acta Ecologica Sinica,2017,37(20):6884-6894.

# 用海建设项目海洋生态损失补偿评估方法及应用

郝林华[1,2],陈　尚[1,2,*],夏　涛[1,2],李京梅[3],陈碧鹃[4],崔正国[4],马方奎[5]

1 国家海洋局第一海洋研究所生态研究中心,青岛　266061
2 海洋生态环境科学与工程国家海洋局重点实验室,青岛　266061
3 中国海洋大学经济学院,青岛　266100
4 中国水产科学研究院黄海水产研究所,青岛　266071
5 山东省淡水渔业研究院,济南　250013

**摘要**:海洋生态补偿是一种防止海洋生态破坏、增强和促进海洋生态系统良性发展的环境政策,是用海者履行海洋资源有偿使用责任,对因开发利用海洋资源造成的海洋生态价值损失进行的货币化补偿。基于快速化、定量化和差别化补偿评估原则,编制了山东近海海域生态价值基准值表、生态损害系数表以及补偿系数表,建立了一种新的用海建设项目海洋生态损失补偿评估方法体系,包括占用海域和邻近影响海域的海洋生物资源和海洋生态系统服务两个方面的海洋生态价值损失补偿评估。针对2016 年山东省 5 个典型用海项目,核算了其需要缴纳的海洋生态补偿资金,并与旧标准《山东省海洋生态损害赔偿和损失补偿评估方法》(DB37/T 1448—2009)的评估结果进行了对比。结果表明,按照本评估方法,用海企业需要缴纳的生态补偿资金会不同程度地提高,这将有利于用海企业增强资源有偿使用意识,引导企业理性用海,市场经济条件下这有利于海洋资源的优化配置,提高用海效率;另外,按照产业政策不同、受影响海域的生态脆弱性不同对用海建设项目造成的海洋生态损失进行差别化补偿,使得海洋生态补偿标准的评估结果更加科学合理。目前,该方法已经应用于山东海域 7 个沿海地市 9 个海区的海洋生态损失补偿评估中,被新发布的山东省地方标准《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》(DB37/T 1448—2015)吸收采用。该评估方法可为海洋管理部门的生态资本核算、生态补偿核算、环评审批和发放许可证提供科学基础,对我国海洋生态环境保护和海洋经济绿色发展以及生态补偿制度实施具有积极推动作用。

**关键词**:用海建设项目;海洋生态损失;生态补偿;评估

# Assessment method and application of compensation for marine ecological loss caused by marine construction projects

HAO Linhua[1,2], CHEN Shang[1,2,*], XIA Tao[1,2], LI Jingmei[3], CHEN Bijuan[4], CUI Zhengguo[4], MA Fangkui[5]

1 *Marine Ecology Research Center, First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao* 266061, *China*
2 *Key Laboratory for Marine Ecology Environment Science and Engineering, State Oceanic Administration, Qingdao* 266061, *China*
3 *College of Economics, Ocean University of China, Qingdao* 266100, *China*
4 *Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao* 266071, *China*
5 *Shandong Freshwater Fisheries Research Institute, Ji'nan* 250013, *China*

**Abstract**: Marine ecological compensation is a policy that prevents ecological damage to seas and enhances and promotes

**基金项目**:国家重点研发计划(2016YFC0503401,2016YFC0503606,2016YFC0503503,2016YFC0503607);国家社科基金重大项目(16ZDA049);国家自然科学基金项目(31072211,41076075);国家海洋公益性行业科研专项(201505001);山东省海洋与渔业厅项目(SDGPPS2014D(270001)006);福建省海岛与海岸带管理技术研究重点实验室开放课题(CIMTS-2015-02,CIMTS-2015-03);山东省海洋生态修复重点实验室开放基金(201209)

**收稿日期**:2016-07-01;　　**网络出版日期**:2017-06-01

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: qdcs@163.com

the benign development of the marine environment. Marine ecological compensation is also monetary compensation for the loss caused by developing and utilizing marine resources by sea users. On the basis of the evaluation principle of rapidness, quantitative, and differential compensation, tables of the base value of marine ecological capital, ecological damage coefficient, and compensation coefficient were compiled and a new assessment system for compensation of marine ecological loss caused by marine construction projects was developed by us. The compensation for marine ecological value loss consists of two aspects: one is compensation for the loss of marine living resources, and the other is compensation for the loss of marine ecosystem services. Both compensations apply to the constructed sea area and nearby sea area. In addition, the ecological compensation funds of five typical cases of sea-use projects being appraised in 2016 are accounted and compared with the evaluation results obtained using the old local standard. The results indicate that the need-to-pay compensation funds are increased in terms of the new evaluation method, which is beneficial to strengthen consciousness of the paid use of resources and guide enterprises to use the sea rationally, and also to optimally allocate marine resources and improve the sea-use efficiency under conditions of the market economy. Moreover, according to the different industrial development policies and ecological vulnerability of the affected areas, differential compensation for marine ecological loss is implemented, which is more scientific and reasonable for the evaluation results. At present, the method has been applied for the evaluation of compensation for marine ecological loss caused by marine construction projects from seven coastal cities and nine plotted sea areas in Shandong jurisdictional seas and approved by academia and the marine administrative departments. This evaluation method has been adopted by the new local standard named "Technical Directives of Assessment of Compensation for Marine Ecological Loss Caused by Marine Construction Projects" (DB37/T 1448—2015). In conclusion, the new evaluation method can provide the key technical means for the accounting of marine ecological capital, ecological compensation, and the approval and licensing of marine environmental assessment of the sea-use enterprises. Furthermore, it offers a scientific basis for fast, quantitative, and comprehensive assessment of the marine ecological compensation business and plays a positive role in promoting marine ecological environmental protection and green development of China's marine economy.

**Key Words**: marine construction projects; marine ecological loss; ecological compensation; assessment

生态补偿是协调经济社会发展与生态环境健康的一种有效激励手段,是以保护自然生态环境、促进人与自然和谐发展为目的,将环境外部成本内部化,并运用政府和市场手段,调节生态保护利益相关者之间利益关系的公共制度。国际上生态补偿的研究主要集中在森林、流域、矿产资源和保护区等方面,对海洋生态补偿研究较少。Elliott 和 Cutts[1] 从理论上对海洋生态补偿问题进行了研究,认为海洋生态补偿可分为经济补偿、资源补偿和生境补偿 3 种类型。Depondt 和 Green[2] 通过对东南亚、印度洋以及大西洋沿岸国家的调查,提出了海洋保护区生态补偿的资金支撑体系,分析了实施生态补偿的机遇和阻碍。Mow 等[3] 以哥伦比亚 Archipelago of San Andres 地区的海岸带和海洋资源合作计划和管理为案例,分析了海洋资源使用者和保护者之间的利益冲突,提出了生态补偿可以作为解决这些冲突的有效手段。Beaumont 等[4] 探讨了英国海洋生物多样性保护的生态补偿问题,认为采用经济学评估方法,通过最佳分配有限的管理资源和提升管理者对海洋生物多样性保护重要性的认识,来推动海洋生物多样性保护管理工作。Steven[5] 以博内尔岛国家海洋公园为案例,探讨了将使用者付费作为对海洋保护区可持续发展生态补偿的资金来源机制,确定了使用者付费的支付意愿范围。

我国关于海洋生态补偿也开展了一些探索性研究。韩秋影等[6] 分析了海洋生态补偿的利益相关者、补偿强度和补偿途径 3 个基本问题,提出了海洋生态补偿的未来研究方向是海洋生态资源价值评估等。丘君等[7] 提出应根据海洋生态系统服务功能变化及其对利益相关者的影响界定补偿主体和补偿对象,补偿途径应以财政转移支付和环境资源税费为主,遵循理论计算值与现有实践相结合的原则制定补偿标准,并提出了

构建渤海区域生态补偿机制的初步设想。李京梅和刘铁鹰[8]针对填海造地造成的资源和生态环境损失,对其外部生态成本补偿的关键点进行了实证分析,认为补偿的标准应以被填海域资源和生态环境损失成本为依据。李睿倩和孟范平[9]通过能值分析方法核算填海造陆造成的海湾生态系统服务价值损失,认为现有的生态补偿评估方法不能全面反映填海造地对海湾生态系统造成的影响,低估了损失的总价值。曲艳敏等[10]阐述了海洋生态补偿的内涵和我国海洋生态补偿的发展现状,指出应当建立健全海洋生态补偿政策法律体系和完善海洋生态补偿的管理体制。饶欢欢等[11]建立了海洋工程生态损害评估框架和生态损害补偿标准估算模型,并运用于厦门杏林跨海大桥的案例研究。

总体来看,国内外关于海洋生态补偿的研究侧重于从宏观角度考虑海洋生态补偿的实施问题,并对补偿的主体和对象、补偿途径和补偿资金的筹集渠道等方面进行探讨,但对于海洋生态补偿中补偿资金的核算、补偿标准的确定和补偿的范围、期限等关键问题,尚缺乏深入研究。

海洋生态补偿是一种防止海洋生态破坏、增强和促进海洋生态系统良性发展的环境政策,是用海者履行海洋资源有偿使用责任,对因开发利用海洋资源造成的海洋生态价值损失进行的货币化补偿。2009 年山东省首开海洋生态损害补偿赔偿制度先河,在全国率先发布了地方标准《山东省海洋生态损害赔偿和损失补偿评估方法》(DB37/T 1448—2009),又于 2010 年 6 月出台了《山东省海洋生态损害赔偿费和损失补偿费管理暂行办法》,提出“凡用海,必补偿”的原则。截至 2014 年底,该标准已实施 4 年,期间山东省共审批了近 400 个用海建设项目,其中 295 个项目缴纳了生态补偿资金,累计征收 4.22 亿元,平均每公顷用海生态补偿资金为 3.34 万元,为保护山东海洋生态环境和处罚破坏海洋生态环境行为提供了重要的法律依据。然而,在实施过程中发现,上述标准由于未将重要的海洋生态服务价值损失和邻近影响海域的生态价值损失纳入核算范围,只考虑了占用海域的海洋生物资源价值损失,导致目前政府所征收的生态补偿资金数额普遍偏低。另外,该标准所规定的评估范围、方法和参数已经滞后于技术的发展和海洋管理的需求,迫切需要尽快修订,并与 2014 年修订通过的《海洋工程环境影响评价技术导则》(GB/T 19485—2014)相衔接,才能满足党中央实施海洋生态文明建设、党政干部生态环境损害责任追究和领导干部自然资源离任审计等有关法规和政策的新要求。

本文基于海洋生态资本理论、生态损失补偿理论,建立了一种新的用海建设项目海洋生态损失补偿评估方法体系,针对 2016 年山东省 5 个典型用海项目,核算了其需要缴纳的海洋生态补偿资金,并与旧标准的评估结果进行了对比。本评估方法可为国家和地方海洋主管部门的生态补偿核算、环评审批和发放许可证提供科学基础,对我国海洋生态环境保护和海洋经济绿色发展具有积极推动作用。

## 1 用海建设项目海洋生态损失补偿评估体系及其结构要素

基于快速化、定量化和差别化补偿评估原则,本文建立了用海建设项目海洋生态损失补偿评估体系(图 1),并编制了山东近海海域生态资本价值基准值表、生态损害系数表以及补偿系数表,用以快速、定量评估用海项目的海洋生态损失补偿。该评估体系主要包括以下几个关键指标和结构要素。

### 1.1 受损海域的生态价值基准值确定

海洋生态价值基准值包括海洋生物资源价值基准值和海洋生态系统服务价值基准值。把山东海域按 7 个沿海地市划分为 9 个评价单元(图 2)。滨州、东营、潍坊、威海、青岛和日照等 6 个评价海区按照行政管辖海域划分。烟台海区划分为 3 个评价海区:(1)烟台一区包括莱州、招远和龙口的管辖海域;(2)烟台二区包括蓬莱、长岛、开发区、芝罘区、莱山区和牟平区的管辖海域。蓬莱和长岛海区处于黄海和渤海分界线上,但是它们的生态特征更接近黄海,因此与烟台开发区、芝罘区、莱山区和牟平区一起划为烟台二区;(3)烟台三区包括莱西和海阳的管辖海域,位于山东半岛南岸近海,处于威海海区和青岛海区之间。基于国家标准《海洋生态资本评估技术导则》(GB/T 28058—2011),评估了 2013 年山东近海生物资源价值和生态系统服务价值,进行空间插值叠加,绘制其空间分布图,并计算其平均分布密度(表 1)。

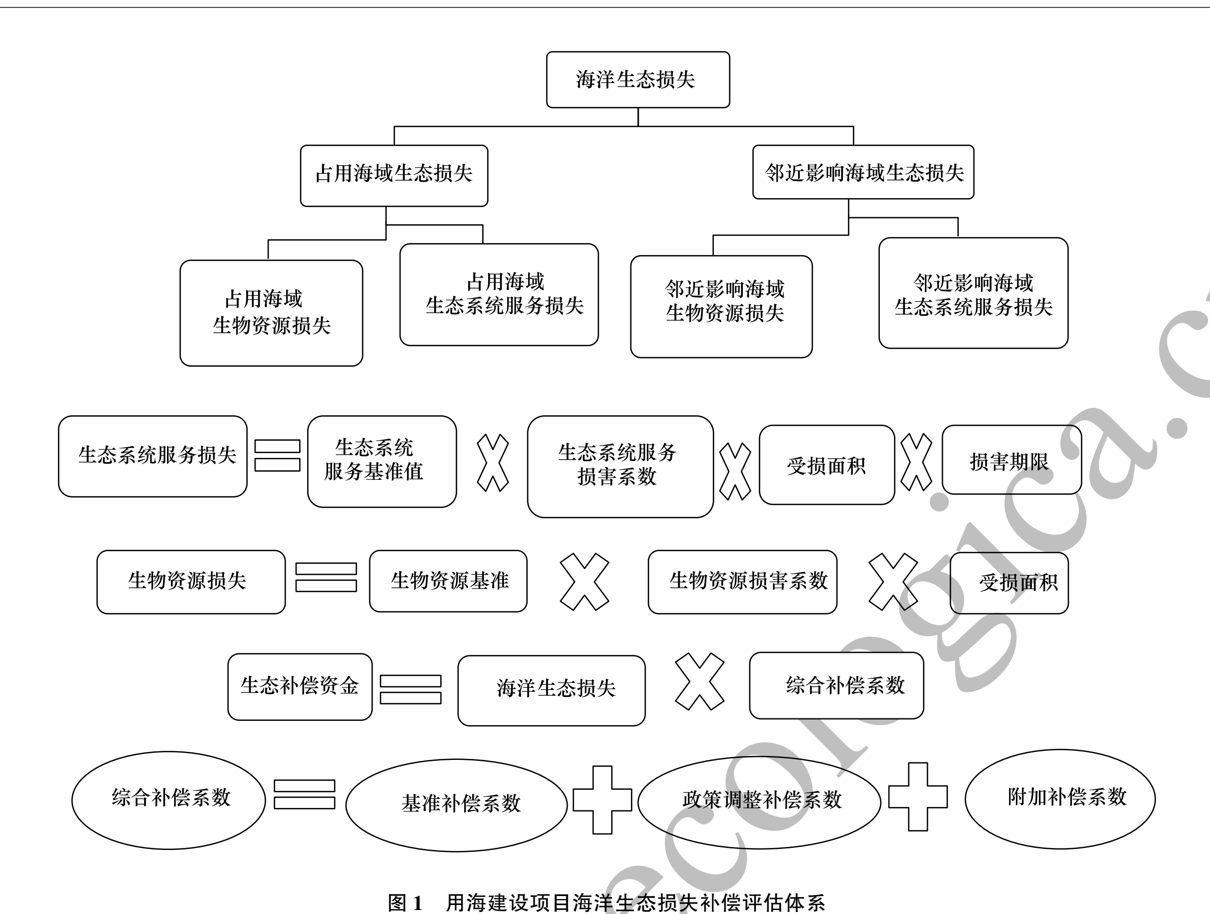



图 1　用海建设项目海洋生态损失补偿评估体系

Fig.1　System of assessment of compensation for marine ecological loss caused by marine construction projects

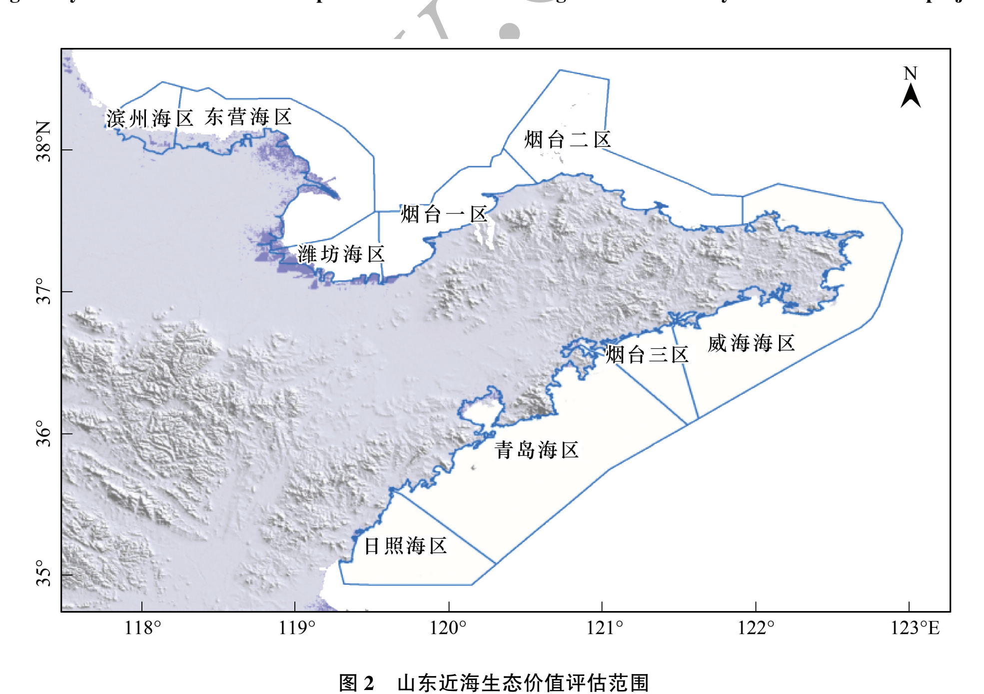



图 2　山东近海生态价值评估范围

Fig.2　Assessment scope of coastal ecological values in Shandong Province

表 1 中取 9 个海区生物资源价值的平均分布密度作为海洋生物资源价值的基准值(表 2)。但是,由于表 1 中 9 个海区生态系统服务价值的平均分布密度存在较大地区差,考虑到方便实际操作中生态补偿标准的施行,需要做适当科学调整以减少地区差。表 1 中山东 9 个海区生态系统服务价值的平均分布密度,最小值为 1.6000,最大值为 7.6100。最小值保持不变,仍取 1.6000;将最大值减少到原来的 1/3,调整为 2.5300;调整后,

最小值和最大值的差距从原来的 6.0100 缩小到 0.9300。然后,各海区生态系统服务价值的基准值($X$)按下式调整,调整后 9 个海区生态系统服务价值的基准值取值见表 2。

$$X=(\text{某海区生态系统服务价值的平均分布密度}-1.6000)/(7.6100-1.6000)\times 0.9300+1.6000$$

表 1 山东 9 个海区生态价值及其平均分布密度

Table 1 Theecological values and their average distribution density of nine sea areas in Shandong Province

| 评价海区 Sea area | 面积/$hm^2$ Area | 生物资源价值/万元 Value of marine living resources | 生物资源价值平均分布密度/(万元/$hm^2$) Average distribution density of marine living resources value | 生态系统服务价值/亿元 value of marine ecosystem services | 生态系统服务价值平均分布密度/(万元 $hm^{-2}$ $a^{-1}$) Average distribution density of marine ecosystem services value |
|---|---|---|---|---|---|
| 滨州海区 | 144071 | 700 | 0.0050 | 43.89 | 3.0500 |
| 东营海区 | 644034 | 5100 | 0.0080 | 123.21 | 1.9100 |
| 潍坊海区 | 178104 | 2100 | 0.0120 | 28.55 | 1.6000 |
| 烟台一区 | 340482 | 4500 | 0.0130 | 68.20 | 2.0000 |
| 烟台二区 | 618807 | 12300 | 0.0200 | 301.96 | 4.8800 |
| 烟台三区 | 218414 | 6600 | 0.0300 | 55.59 | 2.5400 |
| 威海海区 | 997011 | 42500 | 0.0430 | 402.92 | 4.0400 |
| 青岛海区 | 1196550 | 20100 | 0.0170 | 910.49 | 7.6100 |
| 日照海区 | 399331 | 3000 | 0.0070 | 193.95 | 4.8600 |

表 2 山东近海海洋生态价值基准值

Table 2 Base value of coastal ecological values in Shandong Province

| 评价海区 Sea area | 海洋生物资源基准值/(万元/ $hm^2$) Base value of marine living resources | 海洋生态系统服务基准值/(万元 $hm^{-2}$ $a^{-1}$) Base value of marine ecosystem services | 评价海区 Sea area | 海洋生物资源基准值/(万元/ $hm^2$) Base value of marine living resources | 海洋生态系统服务基准值/(万元 $hm^{-2}$ $a^{-1}$) Base value of marine ecosystem services |
|---|---|---|---|---|---|
| 滨州海区 | 0.0050 | 1.8200 | 烟台三区 | 0.0300 | 1.7500 |
| 东营海区 | 0.0080 | 1.6500 | 威海海区 | 0.0430 | 1.9800 |
| 潍坊海区 | 0.0120 | 1.6000 | 青岛海区 | 0.0170 | 2.5300 |
| 烟台一区 | 0.0130 | 1.6600 | 日照海区 | 0.0070 | 2.1000 |
| 烟台二区 | 0.0200 | 2.1100 | | | |

### 1.2 用海建设项目生态损害系数确定

海洋生态损害系数定量表征用海项目对海洋生态系统整体及其要素的损害程度,包括生物资源损害系数和生态系统服务损害系数。海洋生态系统包括 3 个结构要素:生物群落、水体和表层海底。生态损害系数由生物群落、水体、表层海底三者的权重及其损害程度通过加权求和得到。设计调查问卷,采用德尔菲法,组织海洋生态、渔业、水动力、地质地貌、海洋环评、海域使用论证等不同专业领域的专家 30 人,分 4 次进行圆桌式面对面讨论,解释疑问,基于专家共识原则整体把握海洋生态损害程度;之后专家根据用海建设项目在施工期、使用期(不同建设项目习惯称为使用期、运营期或恢复期)对工程占用海域、邻近影响海域的水动力、水质、沉积物、浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物和鱼卵仔稚鱼等结构要素的损害程度及权重进行独立打分。综合每个生态系统结构要素的权重和损害程度的得分,再进行一致性检验,得到不同的生态损害系数,见表 3—表 6。

#### 1.2.1 用海建设项目施工期和使用期占用海域的生态损害系数确定

根据用海建设项目生态损害作用方式、损害对象和损害程度等指标,提出评估海洋生态损失的海域占用

方式分类体系(划分为 11 类),确定出不同占用方式对施工期和使用期用海建设项目占用海域的生态损害系数(表 3)。

表 3　施工期和使用期建设项目占用海域生态损害系数

Table 3　Ecological damage coefficient of constructed sea area during construction period and operation period

| 占用方式<br>Use manner | 时期<br>Period | 生物资源损害系数<br>Damage coefficient of living resources | 生态系统服务损害系数<br>Damage coefficient of ecosystem services |
|---|---|---|---|
| 填海(指从海底到海面占用海域,例如填海造地、海堤、桥墩、基桩、人工岛等)<br>Reclamation (From the bottom to the surface occupied area, including land reclamation, seawall, pier, pile, artificial island etc) | 施工期 | 1.00 | 1.00 |
| | 使用期 | 1.00 | 1.00 |
| 排水口与港池泊位建设(港池内水域、泊位前回旋水域)<br>Drain port and construction of harbor basin (Harbour Basin, the front sea of the berth) | 施工期 | 0.29 | 0.40 |
| | 运营期 | 0.18 | 0.21 |
| 航道建设 Channel construction | 施工期 | 0.29 | 0.40 |
| | 恢复期 | 0.03 | 0.10 |
| 潜坝建设 Latent dam construction | 施工期 | 0.21 | 0.34 |
| | 使用期 | 0.14 | 0.31 |
| 海砂开采与航道清淤<br>Sea sand mining and channel dredging | 施工期 | 0.28 | 0.31 |
| | 恢复期 | 0.03 | 0.10 |
| 海底管线开挖 Submarine pipeline excavation | 施工期 | 0.14 | 0.26 |
| | 恢复期 | 0.01 | 0.09 |
| 筑池晒盐 Pool building Sai salt | 施工期 | 0.13 | 0.20 |
| | 运营期 | 0.53 | 0.06 |
| 人工增殖渔礁 Artificial propagation fishing reef | 施工期 | 0.09 | 0.13 |
| | 使用期 | 0.06 | 0.05 |
| 人工构筑物的透水部分(如跨海桥梁、栈桥、高脚屋、桩基平台等设施的透水部分,不含基桩、桥墩)<br>Permeable part of artificial structures (Such as the Permeable part of sea-crossing bridges, trestle bridge, tall houses, pile foundation platform, not including the pile and pier) | 施工期 | 0.10 | 0.12 |
| | 使用期 | 0.07 | 0.10 |
| 浴场与游乐场 Bathing beach and amusement park | 施工期 | 0.02 | 0.02 |
| | 运营期 | 0.05 | 0.06 |
| 取水 Water intaking | 施工期 | 0.01 | 0.02 |
| | 使用期 | 0.02 | 0.30 |

### 1.2.2　用海建设项目施工期邻近影响海域的生态损害系数确定

围填海工程在施工期对环境的主要影响方式是悬浮泥沙排放。因此,施工期对邻近影响海域的特征性影响要素是悬浮泥沙。在评估体系中,根据悬浮泥沙增加量的变化幅度确定对施工期邻近影响海域的生态损害程度。设计 3 个变化幅度,对应不同的生态损害系数(表 4)。

表 4　施工期用海建设项目邻近影响海域生态损害系数

Table 4　Ecological damage coefficient of nearby sea area during construction period

| 影响因素<br>Factors | 变化幅度<br>Range of variation | 生物资源损害系数<br>Damage coefficient of living resources | 生态系统服务损害系数<br>Damage coefficient of ecosystem services |
|---|---|---|---|
| 悬浮泥沙增加量($S$)<br>Suspended sediment increase | 10 mg/L$<S\leqslant$100 mg/L | 0.06 | 0.10 |
| | 100 mg/L$<S\leqslant$150 mg/L | 0.32 | 0.29 |
| | $S>$150 mg/L | 0.44 | 0.40 |

### 1.2.3 用海建设项目使用期邻近影响海域的生态损害系数确定

使用期邻近海域的特征性影响要素主要是潮流改变、局部冲刷或淤积。潮流明显改变或局部冲刷或淤积都会造成某种程度的生态破坏。参照国家标准《海湾围填海规划环境影响评价技术导则》(GB/T 29726—2013)中的水动力评价指标,分别根据生态敏感区特征点最大潮流速改变量或者潮流速改变率、年冲刷减少量、年淤积增加量 3 个特征性要素的变化幅度确定使用期邻近影响海域的生态损害程度。设计了若干个变化幅度,对应不同的生态损害系数(表 5)。

**表 5 使用期用海建设项目邻近影响海域生态损害系数**

**Table 5 Ecological damage coefficient of nearby sea area during operation period**

| 影响因素<br>Factors | 变化幅度<br>Range of variation | 生物资源损害系数<br>Damage coefficient of living resources | 生态系统服务损害系数<br>Damage coefficient of ecosystem services |
|---|---|---|---|
| 最大潮流速改变量($V$)<br>或者最大潮流速改变率($Vx$) | 10 cm/s<$V$≤20 cm/s<br>或 20%<$Vx$≤40% | 0.10 | 0.15 |
| Maximum tidal velocity<br>change($V$) or change rate($Vx$) | 20 cm/s<$V$≤30 cm/s<br>或 40%<$Vx$≤60% | 0.15 | 0.21 |
| $V$>30 cm/s<br>或 $Vx$>60% | | 0.22 | 0.28 |
| 年冲刷减少量($E$) | 5 cm/a<$E$≤10 cm/a | 0.10 | 0.03 |
| Annual erosion reduction | 10 cm/a<$E$≤20 cm/a | 0.12 | 0.04 |
| | 20 cm/a<$E$≤30 cm/a | 0.16 | 0.05 |
| | $E$>30 cm/a | 0.21 | 0.07 |
| 年淤积增加量($D$) | 10 cm/a<$D$≤20 cm/a | 0.10 | 0.06 |
| Annual deposition increase | 20 cm/a<$D$≤30 cm/a | 0.12 | 0.08 |
| | $D$>30 cm/a | 0.15 | 0.11 |

### 1.2.4 温排水占用方式使用期的生态损害系数确定

滨海热(核)电厂建设项目充分利用大量海水作为冷却用水,冷却水把热(核)电厂产生的巨大热能传递到附近海域,致使水温升高,产生热污染。温升主要导致海洋生物死亡,水体和底栖生态破坏。对于温排水占用方式的用海项目,海上施工期较短,占用海域很小,可不考虑施工期生态损害,主要考虑使用期的生态损害。根据徐晓群等[12]研究,浮游动物 48 h 平均半致死温度为温升 13℃,温升 7℃以内影响轻微;根据国标《海水质量标准》,一类和二类温升标准≤1℃(夏季)、≤2℃(春季、秋季、冬季),三类和四类温升标准≤4℃。设计 5 个温升变化幅度,对应使用期不同的生态损害系数(表 6)。

**表 6 电厂取水用海项目使用期的生态损害系数**

**Table 6 Ecological damage coefficient during operation period for power plant intake seawater projects**

| 温升幅度($T$)/℃<br>Temperature range | 生物资源损害系数<br>Damage coefficient of living resources | 生态系统服务损害系数<br>Damage coefficient of ecosystem services |
|---|---|---|
| 1<$T$≤2 | 0.01 | 0.01 |
| 2<$T$≤4 | 0.12 | 0.14 |
| 4<$T$≤7 | 0.20 | 0.25 |
| 7<$T$≤13 | 0.27 | 0.34 |
| $T$>13 | 0.37 | 0.45 |

### 1.3 用海建设项目生态补偿系数确定

生态补偿系数包括基准补偿系数、政策调整补偿系数和附加补偿系数,三者之和为综合补偿系数。通过建立差别化的生态补偿系数,实行不同产业差别化的生态补偿政策,以期推动海洋产业结构转型升级,转向绿色发展模式。

### 1.3.1　用海建设项目基准生态补偿系数确定

根据用海建设项目所属产业的集中度、发展程度、利润水平和就业岗位提供等经济社会指标,考虑反映企业经济状况的偿债能力、资金周转能力、盈利能力和反映企业社会责任的社会贡献指标,借助于层次分析法、专家打分法确定各项指标的权重,使用 Vague 值相似度方法最终确定出基准补偿系数(表 7)。不同产业类型根据国标《海洋及相关产业分类》GB/T 20794—2006)来确定,样本企业选择各产业的上市公司和龙头企业。这里,商业与服务业用海指围填海后进行城镇和商业设施建设,其他经营用海指其他非海洋产业的经营性用海,公益用海指主要提供公共服务的非经营性用海项目,如科研、教育、科普宣传、防灾、救援、航行保障和军事等用海。

表 7　不同产业类型用海建设项目的基准补偿系数

Table 7　Base compensation coefficient of different industry types

| 产业类型 Industry types | 基准补偿系数值 Value of base compensation coefficient | 产业类型 Industry types | 基准补偿系数值 Value of base compensation coefficient |
|---|---|---|---|
| 海洋渔业用海 Marine Fishery | 0.20 | 海洋船舶工业用海 Marine shipping | 0.20 |
| 海洋油气业用海 Marine oil and gas | 0.35 | 海洋工程建筑业用海 Marine engineering construction | 0.35 |
| 海洋矿业用海 Marine mining | 0.15 | 海洋交通运输业用海 Marine transportation | 0.35 |
| 海洋盐业用海 Marine salt making | 0.25 | 滨海旅游用海 Marine coastal tourism | 0.30 |
| 海洋化工业用海 Marine chemical | 0.20 | 商业与服务业用海 Marine commercial and service | 0.35 |
| 海洋生物医药业用海 Marine bio-pharmaceutical | 0.15 | 海洋能开发用海 Marine energy development | 0.25 |
| 海洋电力业用海 Marine electric power | 0.35 | 其他经营用海 Other operational industries | 0.35 |
| 海水利用业用海 Marine seawater utilization | 0.20 | 公益用海 Marine public welfare | 0.25 |

### 1.3.2　用海建设项目政策调整补偿系数和附加补偿系数确定

考虑用海建设项目是否符合山东产业政策和是否影响海洋生态敏感区,确定政策调整补偿系数和附加补偿系数。用海建设项目的建设内容属于现行有效的《山东省海洋产业发展指导目录》中"鼓励"类,政策调整系数取-0.1;如属于该《目录》中"限制"类,政策调整系数取 0;如属于该《目录》中"淘汰"类,政策调整系数取 0.1;如不在该《目录》中,政策调整系数取 0.1;对于公益性用海项目和主要提供公共服务的非经营性项目,按照鼓励类对待,其政策调整系数取-0.1。

生态敏感区主要指国家级和省级海洋自然保护区、水产种质资源保护区、海洋特别保护区、《山东省海洋生态红线》中其他海域、国家一类和二类保护物种分布区、《中国物种红色名录》中其他物种分布区、以及省级及以上政府部门批准的其他保护物种的分布区等(表 8)。用海建设项目的占用海域或邻近影响海域范围内如果存在上述生态敏感区,在计算该受损生态敏感区生态损失的补偿资金时,其附加补偿系数按照表 8 取值;如果不存在,则附加补偿系数取 0。

### 1.4　受损海域范围确定

受损海域是指出现生态破坏的海域,包括用海建设项目的占用海域和邻近影响海域。可把项目申请用海的海域范围确定为用海建设项目的占用海域。用海建设项目施工期的邻近影响海域范围,可根据悬浮泥沙增加量的最大包络线范围确定,并绘制不同变化幅度的海域分布图;使用期的邻近影响海域范围主要根据环评报告中预测的水动力环境和冲淤环境显著改变的空间范围和影响程度综合确定,可根据特征点最大潮流速改变量或者改变率、冲刷减少量或淤积增加量的最大包络线范围分别确定不同变化幅度的影响范围。温排水占

用方式的用海项目邻近影响海域范围可根据温升幅度的最大包络线确定,并绘制不同温升幅度的海域分布图。

**表 8 附加补偿系数**

**Table 8 Additional compensation coefficient**

| 海域<br>Marine protected area | 分区<br>Partition | 附加补偿系数值<br>Value of additional compenssation coefficient |
|---|---|---|
| 国家级海洋自然保护区<br>National marine nature reserve | 核心区与缓冲区 | 1.00 |
| 国家级水产种质资源保护区<br>Aquatic germplasm resources reserve | 核心区 | 0.80 |
| 国家级海洋特别保护区<br>National marine special reserve | 重点保护区 | 0.70 |
| 省级海洋自然保护区<br>Provincial marine nature reserve | 核心区与缓冲区 | 0.65 |
| 省级水产种质资源保护区<br>Aquatic germplasm resources reserve | 核心区 | 0.60 |
| 省级海洋特别保护区<br>Provincial marine special reserve | 重点保护区 | 0.55 |
| 国家级海洋自然保护区<br>National marine nature reserve | 实验区 | 0.50 |
| 国家级水产种质资源保护区<br>National aquatic germplasm resources reserve | 实验区 | 0.45 |
| 国家级海洋特别保护区<br>National marine special reserve | 适度利用区、生态与资源恢复区、预留区 | 0.40 |
| 国家保护物种分布区<br>National protected species distribution area | 一类、二类保护物种分布区 | 0.40 |
| 省级海洋自然保护区<br>Provincial marine nature reserve | 实验区 | 0.35 |
| 省级水产种质资源保护区<br>Provincial aquatic germplasm resources reserve | 实验区 | 0.30 |
| 省级海洋特别保护区<br>Provincial marine special reserve | 其他海域 | 0.25 |
| 《山东省海洋生态红线》中其他海域<br>OthersinShandong province marine ecological red line area | 国家级和省级保护区除外,国家一类、二类保护物种除外 | 0.20 |
| 《中国物种红色名录》中其他物种的分布区<br>Other species distribution area in the Red List of China species | 国家一类、二类保护物种除外国家级和省级保护区除外, | 0.20 |
| 省级及以上政府部门批准的其他保护物种的分布区<br>Approved other protected species distribution area by provincial and the above government | 国家一类、二类保护物种除外国家级和省级保护区除外, | 0.20 |

### 1.5 损害期限确定

在评估体系中,海洋生物资源损失,定为一次性损失;而海洋生态系统服务价值损失,每年产生,按年核算,因此计算其损失时要乘以损害期限。损害期限包括施工期和使用期。施工期占用海域和邻近影响海域的损害期限按实际施工年限计算;使用期占用海域的损害期限等于用海建设项目拟申请或者批准用海年限扣除施工年限,使用期邻近影响海域的损害期限规定按 5a 计算。对于海砂开采、航道建设与清淤、海底管线开挖等占用方式,使用期邻近影响海域的损害期限取两年。对于温排水占用方式,使用期邻近影响海域的损害期限按设计排水期限计算。

## 2 用海建设项目海洋生态损失补偿评估方法应用研究

本文选取了 2016 年山东海域 5 个典型用海建设项目,按照本评估方法进行了海洋生态损失补偿资金的

核算(由于篇幅关系,具体核算过程不详细展开),并同旧标准所评估的结果分别进行对比(表 9)。这 5 个案例分别是莱州港航道建设工程项目、青岛港董家口港区大唐码头(二期)工程项目、莱州电厂用海项目、日照渔港用海项目和东营广利海堤用海项目。

**表 9　2016 年山东海域 5 个典型用海项目的海洋生态损失补偿资金核算**

**Table 9　Accounting of compensation fund of marine ecological loss for 5 typical marine projects**

| 用海建设项目 Projects | 占用方式和用海面积 Use manner and area | 按本评估方法核算应缴纳的生态补偿资金/万元 Compensation fund | 按旧标准核算应缴纳的生态补偿资金/万元 Compensation fund | 本方法核算的生态补偿资金/旧标准核算的生态补偿资金 Ratio |
|---|---|---|---|---|
| 莱州港航道建设工程 | 开挖航道 5400 $hm^2$ | 3192 | 2461 | 1.30 |
| 青岛港董家口港区大唐码头(二期)工程 | 填海 23.8442 $hm^2$,新建港池 62.0426 $hm^2$ | 1317 | 500 | 2.63 |
| 莱州电厂用海项目 | 建设码头、港池、取水、温排水;填海 8 $hm^2$,建设排水口 2 $hm^2$ | 1112 | 200 | 5.56 |
| 日照渔港用海项目 | 码头(填海)11.0616 $hm^2$,防波堤(填海)3.0925 $hm^2$ | 394 | 105 | 3.75 |
| 东营广利海堤用海项目 | 海堤(填海)43.8997 $hm^2$,潜坝建设 9.4089 $hm^2$ | 2770 | 645 | 4.29 |

由表 9 可以看出,按照本评估方法核算用海建设项目的生态补偿资金,相比按照旧标准核算需要缴纳的补偿金额会有不同程度地增加,大致是原来的 1—6 倍。这会导致用海企业需要缴纳的生态补偿资金占总投资额的比重有所提高,也就是说企业的用海成本增加了,这将有利于用海企业增强资源有偿使用意识,引导企业理性用海,市场经济条件下有利于海洋资源的优化配置,提高用海效率。

## 3　结论

党的"十八大"以来,海洋生态文明建设成为国家生态文明建设的重要组成部分,一系列海洋生态文明制度相继在全国落地生根。建立海洋生态补偿机制是调整海洋开发与海洋生态保护关系,促进海洋资源集约利用和海洋生态环境保护的有效途径,也是长远之策。本文所建立的用海建设项目海洋生态损失补偿评估方法体系,是对山东省旧的补偿标准的更新和完善,也体现了对党的"十八大"将生态文明建设纳入五位一体战略布局的积极响应与实践。

首先,基于快速化、定量化和差别化补偿评估原则,本方法编制了山东近海海域生态价值基准值表和生态损害系数表,在调整受损海域的生态价值基准值基础上,用以快速、定量评估用海建设项目的海洋生态损失。在此基础上,加入了创新性的研究成果,提出了补偿系数的概念,即在充分考虑企业的经济能力和支付意愿的基础上,利用补偿系数对企业需要缴纳的补偿资金进行调整。

在生态补偿资金的核算方面,根据本评估方法,在确定申请用海所在的海区位置之后,可以快速查出申请用海建设项目的基准海洋生态价值;再根据用海的占用方式、产业类型等因素采用生态损害系数和补偿系数对基准生态价值进行调整,核算出用海企业最终需要缴纳的生态补偿资金,可谓标准统一,核算迅速。在执行的可行性方面,补偿资金的核算充分考虑了用海企业支付能力,利用补偿系数对生态补偿资金进行调整,保证了补偿资金的征收在企业的支付能力之内,从而保证了征收的可执行性。因此,本评估方法使得生态补偿资金在核算的便利性和执行的可行性两方面的效率明显提高。

通过上述案例研究,可以看到按照本评估方法所核算的用海项目生态补偿资金相比旧标准会有不同程度地提高。生态补偿资金的上涨对企业盈利将产生一定的压力,这将有利于用海企业增强资源有偿使用意识,引导企业理性用海,有利于进一步优化配置海洋资源。值得一提的是,本评估方法并不是单纯地提高生态补偿资金的征收额度,而是更加全面地考虑了受影响海域的生态脆弱性、企业的投资意愿、政府对海洋产业发展

的政策导向等因素,对用海建设项目造成的海洋生态损失进行差别化补偿,使得海洋生态补偿标准的评估结果更加科学合理。

目前,本评估方法已经被新发布的山东省地方标准《用海建设项目海洋生态损失补偿评估技术导则》(DB37/T 1448—2015))吸收采用,成为新出台的《山东省海洋生态补偿管理办法》的配套技术文件。本方法紧密切合国家和山东省海洋生态文明建设需求,可为海洋管理部门的生态资本核算、生态补偿核算、环评审批和发放许可证提供科学基础,对我国海洋生态环境保护和海洋经济绿色发展以及生态补偿制度实施具有积极推动作用。

**参考文献(References):**


[1] Elliott M, Cutts ND. Marine habitats: loss and gain, mitigation and compensation. Marine Pollution Bulletin, 2004, 49(9/10): 671-674.

[2] Depondt F, Green E. Diving user fees and the financial sustainability of marine protected areas: opportunities and impediments. Ocean& Coastal Management, 2006, 49(3/4): 188-202.

[3] Mow JM, Taylor E, Howard M, Baine M, Connolly E, Chiquillo M. Collaborative planning and management of the San Andres Archipelago′s coastal and marine resources: a short communication on the evolution of the Seaflower marine protected area. Ocean & Coastal Management, 2007, 50(3/4): 209-222.

[4] Beaumont NJ, Austen MC, Mangi SC, Townsend M. Economic valuation for the conservation of marine biodiversity. Marine Pollution Bulletin, 2008, 56(3): 386-396.

[5] ThurS M. User fees as sustainable financing mechanisms for marine protected areas: an application to the Bonaire National Marine Park. Marine Policy, 2010, 34(1): 63-69.

[6] 韩秋影, 黄小平, 施平. 生态补偿在海洋生态资源管理中的应用. 生态学杂志, 2007, 26(1): 126-130.

[7] 丘君, 刘容子, 赵景柱, 邓红兵. 渤海区域生态补偿机制的研究. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(2): 60-64.

[8] 李京梅, 刘铁鹰. 填海造地外部生态成本补偿的关键点及实证分析. 生态经济, 2010, (3): 143-146.

[9] 李睿倩, 孟范平. 填海造地导致海湾生态系统服务损失的能值评估——以套子湾为例. 生态学报, 2012, 32(18): 5825-5835.

[10] 曲艳敏, 张文亮, 王群山, 马志华. 海洋生态补偿的研究进展与实践. 海洋开发与管理, 2014, 31(4): 103-106.

[11] 饶欢欢, 彭本荣, 刘岩, 郑苗壮. 海洋工程生态损害评估与补偿——以厦门杏林跨海大桥为例. 生态学报, 2015, 35(16): 5467-5476.

[12] 徐晓群, 曾江宁, 曾淦宁, 陈全震, 廖一波, 高爱根, 寿鹿. 滨海电厂温排水对浮游动物分布的影响.生态学杂志, 2008, 27(6): 933-939.